

УДК 621.923

В.С. Антонюк докт. техн. наук, М.О. Недоля

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна

ОЦІНКА НАПРУЖЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ЗОНИ ЛЕЗОВОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

V.S.Antonyuk Dr., M.O. Nezdolya

THE EVALUATION OF STRESSES THE DANGER ZONE OF THE BLADE CUTTING TOOL

Для лезового різального інструменту актуальним є забезпечення його міцності та надійності. Вплив підвищених силових і температурних навантажень часто призводить до «раптових» відмов працездатності інструменту через його руйнування – краху і сколів в процесі різання, особливо при чорновій обробці, переривчастому різанні крихкий стан настає задовго до досягнення граничного зносу.

Крихке руйнування різальної частини твердосплавного інструменту, приводить або до непоправної поломки інструменту, або до великих втрат при переточуванні, що знижує ефективність обробки деталей. Вивчення механізму руйнування, встановлення його закономірностей, створення інженерних методів розрахунку міцності різальної частини інструменту представляє собою актуальну проблему [1, 2].

Метою роботи є розробка методу оцінки напружень небезпечної зони лезового різального інструменту.

Аналіз руйнування різальної частини інструменту, показав, що є чотири зони руйнувань: при вершині різального клину лезового інструменту; в контактній зоні передньої поверхні; на задній поверхні різальної частини інструменту і на ділянці передньої поверхні, що лежить за межами контакту. У кожній з цих зон спостерігається свій характер руйнувань, умови їх виникнення, причини виникнення руйнувань, способи підвищення міцності, наслідки крихких руйнувань [3].

Найбільш небезпечними є руйнування на ділянці, що лежить за межами контакту, так як виникають значні розтягуючі напруження, особливо при переривчастому різанні. Такий вид крихких руйнувань викликає миттєву втрату працездатності і невіправні поломки інструмента, а іноді може призвести до браку оброблюваних деталей [4].

В основу оцінки напружень, що виникають в небезпечній зоні різальної частини лезового інструменту прийнятий метод розрахунків, запропонований. Бетанелі А. І [1].

Цей метод принципово відрізняється від розрахунку напружено-деформованого стану різальної частини інструменту в області, наближеної до вершини, коли неминучий розрахунок числовими методами [2].

В роботі [3] запропоновано перетворення формули Бетанелі А.І, у вигляді:

$$\sigma_1 = \frac{K_z P_z - K_y P_y}{br} \quad (1)$$

де K_z , K_y – коефіцієнти; P_z , P_y – складові сили різання; b – ширина зрізу; r – відстань від вершини до розрахункової точки передньої поверхні.

Коефіцієнти K_z , K_y визначаються за формулами:

$$K_z = 2 \left[\frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\beta - \sin \beta} \cos \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) - \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\beta + \sin \beta} \sin \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) \right], K_y = 2 \left[\frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\beta - \sin \beta} \sin \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) - \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\beta + \sin \beta} \cos \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) \right] \quad (2)$$

де β – кут загострення; γ – передній кут.

Як видно коефіцієнти K_z і K_y постійні при заданій геометрії клина.

Наявність коефіцієнтів суттєво спрощує розрахунки, що виникають у небезпечній зоні напружень за формулою 1, при відомих величинах складових сил різання P_z і P_y . підставити величину горизонтальної складової сили різання – $P_{xy} = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$.

Прирівнявши чисельник перетвореної формули Бетанелі А.І. до нуля, отримуємо умову, при якій на передній поверхні різального клина виникають «нульові» напруження тобто нейтральна лінія збігається з передньою поверхнею:

$$K_z P_z - K_y P_y = 0 \text{ чи } K_z P_z = K_y P_y \text{ звідки } P_y/P_x = K_z/K_y \quad (3)$$

Ця умова виконується по всій передній поверхні за межами контактної зони і не залежить від величин складових сили різання, а залежить тільки від їх співвідношення. Позначивши відношення $\varepsilon_{\text{факт}} = P_y/P_z$; $\varepsilon_0 = K_z/K_y$, а отримаємо наступні умови: якщо $\varepsilon_{\text{факт}}$ менше ε_0 то в різальному клині існують зони як розтягуючих так і стискаючих напружень, розділених нейтральною лінією; якщо $\varepsilon_{\text{факт}}$ дорівнює ε_0 то нейтральна лінія збігається з передньою поверхнею, в іншій частині клину – стискаючі напруження; якщо $\varepsilon_{\text{факт}}$ більше ε_0 то в різальному клині виникають тільки стискаючі напруження.

Коефіцієнти K_z , K_y постійні при заданих кутах різального клина.

Оптимальні умови експлуатації різального інструменту за запропонованим критерієм міцності при «нульових» напруженнях на його передній поверхні визначається тим, що: гарантована відсутність розтягуючих напружень в різальному клині при мінімально можливих (для даних умов різання) величинах сили різання; оскільки методи підвищення міцності різальної частини інструменту викликають значне зростання сил різання, то перевищення оптимальної величини геометричних параметрів різального клина викликає небажане підвищення навантажень, а міцність різальної частини інструмента при цьому буде знижуватися.

Запропонований метод визначення параметрів, що забезпечують нульові напруження на передній поверхні, полягає в створенні таких умов різання, при яких

$$\varepsilon_{\text{факт.}} = \varepsilon_0.$$

Цих умов можна досягти, або максимально наблизитися до них, шляхом: зміни величини переднього і (або) заднього кутів різального клина; при заданих величинах кутів різального клина; округленням різальної кромки або нанесенням фаски з негативним переднім кутом.

Висновки: Запропонована методика розрахунку напруження, що виникають у небезпечній зоні різальної частини лезового інструменту, за критерієм «нульового» рівня напруження на його передній поверхні, на основі перетвореної формули Бетанелі А.І., дала практично близькі результати, що підтвердило можливість її застосування для оцінки напружень у різальному інструменті.

Література

1. Бетанелі А.І. Міцність і надійність різального інструменту [Текст] : наукове видання / А. І. Бетанелі. – Тбілісі : Сабчота Сакартвело, 1973. – 304 с.
2. Остаф'єв В.А. Фізичні основи процесу різання. / В.А.Остаф'єв, В.С. Антонюк, С.П. Вислоух [і ін.] ; під. ред. В.А. Остаф'єва. – Київ: вид. «Вища школа», 1976. - 136 с.
3. Петрусенко Л.А. Розрахунок напружень, що виникають в небезпечній зоні лезв'їної частини різального інструменту / Л.А. Петрусенко, В.С. Антонюк // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»: Машинобудування – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – Вип.77. - С. 131 -140.
4. Ільченко Н.Я. Про особливості напруженого стану різальної частини інструменту при переривчастому різанні / Н.Я. Ільченко, В.В. Ковтуненко, Л.А. Петрусенко // Різання та інструмент. Харків, 1979. - №22. - С.72-77.